

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Limbah Kulit Buah-buahan**

Limbah Kulit buah-buahan merupakan bahan buangan yang biasanya dibuang secara open dumping tanpa pengelolaan lebih lanjut sehingga akan menyebabkan gangguan lingkungan dan bau tidak sedap. Limbah buah-buahan mempunyai kandungan gizi rendah, yaitu protein kasar sebesar 1-15% dan serat kasar 5-38% (Jalaludin, 2016). Akibat dari banyaknya peredaran buah-buahan dimasyarakat menyebabkan tingginya volume sampah dari sisa buah tersebut. Permasalahan dari limbah buah-buahan hingga saat ini masih belum dapat terselesaikan secara optimal, hal ini disebabkan karena rendahnya tingkat kesadaran pada masyarakat terhadap pengolahan limbah. Dampak dari limbah itu sendiri menyebabkan berbagai persoalan seperti timbulnya penyakit, polusi udara, polusi air dan lain sebagainya. Salah satu potensi yang bisa dilihat dari limbah buah-buahan adalah sebagai pupuk cair organik karena limbah kulit buah-buahan itu sendiri memiliki kandungan Nitrogen (N), Fospor (P), Kalium (K) dan lain sebagainya yang terdapat pada gambar 2.1. Kandungan yang ada pada limbah kulit buah-buahan itu sendiri sangat berguna bagi kesuburan tanah, sehingga ada potensi dijadikan sebagai pupuk organik cair maupun mikro organisme lokal (Muhammad ,2016). Tingkat dari bahayanya keracunan terhadap limbah tergantung pada karakteristik dan jenis limbah tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat bahayanya limbah adalah volume limbah, frekuensi pembuangan limbah, kandungan bahan pencemar (Jalaluddin, 2016).



Gambar 2.1 Limbah Kulit Buah-buahan (Muhammad, 2019)

### 1. Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan sebagai poc karena banyaknya pisang kepok yang saat ini dikonsumsi oleh masyarakat dalam berbagai olahan. Selama ini kulit pisang kepok hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan dibuang begitu saja ditempat sampah. Kulit pisang ini juga dapat dijadikan sebagai pupuk organik cair karena mengandung unsur N, P, K, Ca, Mg, Na, dan Za yang masing-masing unsurnya berfungsi sebagai pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berdampak pada peningkatan produktivitas tanaman (Soeryako, 2011).

### 2. Kulit Jeruk Peras

Pemanfaatan pada limbah kulit jeruk peras sebagai pupuk organik cair dilatar belakangi karena banyaknya jeruk peras yang dikonsumsi oleh masyarakat dalam berbagai macam olahan makanan, tanpa disadari juga bahwa banyaknya limbah kulit jeruk peras segar yang akan dihasilkan. Adapun kandungan yang terdapat didalam kulit jeruk peras ini adalah vitamin dan mineral, seperti vitamin c, protein, amino, nitrogen (N), kalium (K), fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan belerang (S). Dengan demikian apabila kandungan ini diberikan pada tanaman dengan berupa pupuk cair, maka unsur hara yang terkandung pada pupuk organik dapat menyuburkan tanaman (Pracaya. 2010).

### 3. Kulit Pepaya

Kulit buah pepaya merupakan limbah yang tidak digunakan dan terbuang yang akhirnya dapat mencemari lingkungan (Leke dkk. 2019). Kulit buah pepaya juga mengandung folat, Vitamin A, magnesium, tembaga, asam pantotenat, fiber,3, vitamin B kompleks, beta karoten, lutein, Vitamin E, Kalsium, Kalium, Vitamin K, lycopene dan enzim papain (Armando dkk. 2020).

### 4. Daun Pepaya

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Konno Julaily pada tahun 2013, getah daun pepaya mengandung beberapa kelompok enzim sistein protease seperti papain dan kimopapain. Getah daun pepaya ini juga dapat menghasilkan senyawa-senyawa golongan alkaloid, terpenoid, flavonoid dan asam amino nonprotein yang sangat beracun bagi serangga pemakan tumbuhan. Adanya

kandungan senyawa kimia di dalam tanaman pepaya yang terkandung dapat mematikan organisme pengganggu.

Pupuk organik cair (POC) ialah pupuk organik yang mengandalkan organisme lokal dimana pupuk organik cair juga sering disebut sebagai mikroorganisme lokal (MOL). POC dapat menjadi alternatif lain sebagai usaha dalam kimia ymembebaskan tanaman dari pengaruh yang tidak baik yaitu residu ang selama ini digunakan oleh masyarakat untuk menyuburkan tanaman (Nisa, 2016). Akibat dari banyak peredaran buah-buahan dimasyarakat dapat menyebabkan tingginya volume sampah dari sisa buah tersebut. Dampak dari limbah itu sendiri menyebabkan berbagai persoalan seperti timbulnya penyakit, polusi udara, polusi air dan lain sebagainya. Penelitian pemanfaatan limbah buah-buahan sebagai pupuk cair organik ini perlu dilakukan dikarenakan jika potensi limbah kulit buah-buahan bisa dijadikan sebagai bahan pembuatan pupuk cair organik tersebut itu sendiri dapat mengurangi jumlah volume sampah yang menumpuk. Besar komponen sampah yang dapat didekomposisi merupakan sumber daya yang cukup potensial sebagai sumber humus, unsur hara makro, unsur hara mikro, dan sebagai soil conditioner. Sampah juga dapat dikatakan sebagai faktor pembatas karena terdapat kandungan logam-logam berat, senyawa organik beracun dan patogen, pengomposan dapat menurunkan pengaruh senyawa organik beracun dan patogen terhadap lingkungan (Yuwono, 2006). Salah satu penanganan sampah organik yang efektif ialah mengolah sampah tersebut sebagai pupuk organik.

Pupuk cair organik juga dapat mengurangi ketergantungan petani pada pupuk kimia. Pada penelitian ini dapat diharapkan untuk menentukan salah satu cara terbaik dalam pembuatan pupuk cair, mengkaji pengaruh waktu pada perendaman dan volume starter terhadap kualitas pupuk organik cair dan menganalisa kandungan pH, kandungan nitrogen, kandungan fosfor dan kandungan kalium.

#### 1. Ukuran Bahan

Semakin kecil ukuran bahan, maka proses pengomposan akan lebih cepat dan lebih baik karena mikroorganismenya lebih mudah beraktivitas pada bahan yang lembut daripada bahan dengan ukuran yang lebih besar. Ukuran bahan yang

dianjurkan pada pengomposan aerobik ini sendiri antara 1-7,5 cm. Sedangkan pada pengomposan anaerobik, sangat dianjurkan untuk menghancurkan bahan sekecil-kecilnya sehingga menyerupai bubur atau bahkan lumpur. Hal ini dapat mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran bahan (Yuwono, 2006).

## 2. Komposisi Bahan

Pembuatan pupuk cair ini dari beberapa macam bahan akan lebih baik dan lebih cepat. Pembuatan pupuk bahan organik dari tanaman akan lebih cepat bila ditambah dengan kotoran hewan (Jalaludin, 2016).

## 3. Jumlah mikroorganisme

Dengan semakin banyaknya jumlah mikroorganisme maka proses pembuatan pupuk diharapkan akan semakin cepat (Jalaludin, 2016).

## 4. Kelembapan

Umumnya mikroorganisme ini dapat bekerja dengan kelembapan sekitar 40-60 %. Kondisi tersebut perlu dijaga agar mikroorganismenya dapat bekerja secara optimal. Kelembapan yang lebih rendah atau lebih tinggi akan menyebabkan mikroorganisme tidak berkembang atau mati (Jalaludin, 2016).

## 5. Suhu

Jalaluddin, dkk / Jurnal Teknologi Kimia Unimal 5:1 (2016) 17–29 20 Faktor suhu sangat berpengaruh terhadap proses pengomposan karena berhubungan dengan jenis mikroorganisme yang terlibat. Suhu optimum bagi pengomposan adalah 40-60°C. Apabila suhunya terlalu tinggi mikroorganisme akan mati dan jika suhu relatif rendah maka mikroorganisme belum dapat bekerja atau dalam keadaan dorman.

## 6. Keasaman (pH)

Jika bahan dikomposkan terlalu asam, pH dapat dinaikkan dengan cara menambahkan kapur. Sebaliknya, jika nilai pH tinggi (basa) bisa diturunkan dengan penambahan bahan yang bereaksi asam (mengandung nitrogen) seperti urea atau kotoran hewan. Keasaman atau pH dalam tumpukan kompos juga dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Kisaran pH yang baik sekitar 6,5-7,5 (netral) (Jalaludin, 2016).

Derajat keasaman di awal proses pengomposan akan mengalami penurunan dikarenakan sejumlah mikroorganisme yang terlibat dalam pengomposan akan mengubah bahan organik menjadi asam organik. Pada proses selanjutnya, mikroorganisme dari jenis lain akan mengkonversi asam organik yang telah terbentuk sehingga bahan dapat memiliki derajat keasaman yang tinggi dan mendekati nilai normal (Djuarnani dkk, 2005).

## **2.2 EM4 (*Effective Microorganism 4*)**

Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) adalah larutan yang mengandung banyak bakteri menguntungkan yang terdapat pada gambar 2.2. Jumlah mikroorganisme fermentasi pada EM4 sangat banyak, sekitar 80 jenis. Mikroorganisme tersebut dipilih yang bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada beberapa golongan yang pokok yaitu bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus Sp*), Bakteri Fotosentetik (*Rhodospseudomonas Sp*), *Actinomyces Sp*, *Streptomyces Sp* dan Yeast (ragi) dan Jamur pengurai selulose untuk memfermentasikan bahan-bahan organik tanah menjadi senyawa organik yang mudah atau dapat diserap oleh akar tanaman. Larutan ini dapat mempercepat proses pembuatan pupuk organik serta dapat juga meningkatkan kualitas pupuk. EM4 bermanfaat untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, meningkatkan jumlah produksi tanaman, memfermentasi bahan organik, meningkatkan kuantitas panen serta memperbaiki nutrisi atau senyawa yang dibutuhkan tanaman dari dalam tanah. EM4 juga merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan yang berasal dari alam Indonesia, bermanfaat bagi kesuburan tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman serta ramah lingkungan.

*Effective Microorganism 4* (EM4) bagi tanaman tidak terjadi secara langsung. Penggunaan EM4 akan lebih efisien bila terlebih dahulu ditambahkan bahan organik yang berupa pupuk organik kedalam tanah. EM4 juga sangat efektif dan digunakan sebagai pestisida hayati yang bermanfaat guna untuk meningkatkan kesehatan tanaman EM4 yang juga bermanfaat untuk sektor perikanan dan peternakan. Kelebihan lain dari EM4 mampu memperbaiki struktur tanah menjadi lebih baik serta menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Secara global terdapat 5 golongan yang pokok yaitu Bakteri fotosintetik,

*Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, Ragi (Yeast), *Actinomyces* (Setiawan,2012).

1. Bakteri fotosintetik

Bakteri ini ialah bakteri bebas yang dapat mensintesis senyawa nitrogen, gula, dan substansi bioaktif lain. Hasil metabolit yang diproduksi dapat diserap langsung oleh tanaman dan juga tersedia sebagai substrat untuk perkembangbiakan mikroorganisme yang menguntungkan.

2. *Lactobacillus sp*.

Bakteri ini merupakan bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai hasil penguraian gula dan karbohidrat lain yang dapat bekerja sama dengan bakteri fotosintesis dan ragi. Asam laktat ini merupakan bahan sterilisasi yang kuat dan dapat menekan mikroorganisme yang berbahaya serta dapat menguraikan bahan organik dengan cepat.

3. *Streptomyces sp*.

*Streptomyces sp*. ialah bakteri yang dapat mengeluarkan enzim streptomisin yang bersifat racun terhadap hama dan penyakit yang merugikan.

4. Ragi (*yeast*)

Ragi dapat memproduksi substansi yang berguna bagi tanaman yaitu dengan cara fermentasi. Substansi bioaktif yang dihasilkan oleh ragi dapat berguna untuk pertumbuhan sel dan pembelahan akar. Ragi ini juga dapat berperan dalam perkembangan atau pembelahan mikroorganisme yang menguntungkan lainnya seperti *Actinomyces* dan bakteri asam laktat.

5. *Actinomyces*

*Actinomyces* ialah organisme peralihan antara bakteri dan jamur yang mengambil asam amino dan zat serupa yang diproduksi oleh bakteri fotosintesis dan merubahnya menjadi antibiotik guna untuk mengendalikan patogen, menekan jamur dan bakteri yang berbahaya dengan cara menghancurkan *khitin* yaitu zat esensial untuk pertumbuhannya. *Actinomyces* juga dapat menciptakan kondisi yang baik untuk perkembangan mikroorganisme lainnya (Setiawan, 2012).

### 2.3 Gula Merah

Gula merah atau gula jawa adalah jenis gula yang dibuat dari nira, yaitu cairan yang dikeluarkan oleh bunga pohon keluarga palma, seperti kelapa, aren, dan siwalan. Gula merah yang dipasarkan dalam bentuk cetakan batangan silinder, cetakan setengah bola dan bubuk curah yang dapat disebut sebagai gula semut. Berikut ini adalah Tabel 2.1. yaitu kandungan senyawa dari gula merah.

Tabel 2.1. Kandungan Mineral Makro dan Mikro Pada Gula Merah Kelapa

Kandungan Mineral	Coconut Palm Sugar
Mineral Mikro dalam bahan kering	Mg/L (ppm)
Mangan (Mn)	1,3
Boron (B)	0,30
Seng (Zn)	21,20
Besi (Fe)	21,90
Tembaga (Cu)	2,3
Mineral Makro dalam bahan kering	Mg/L (ppm)
Nitrogen (N)	2,020
Fosfor (P)	790
Kalium (K)	10300
Kalsium (Ca)	60
Magnesium (Mg)	290
Natrium (Na)	450
Klorin (Cl)	4700
Belerang (S)	260

*Sumber: Philippine Coconut Authority – Plant and Tissue Analysis Laboratory (Sept. 11, 2000).*

Tabel 2.1 menjelaskan tentang kandungan makro dan kandungan mikro yang terdapat pada gula merah tersebut. Gula ialah suatu karbohidrat sederhana yang dapat menjadi sumber energi, gula sederhana seperti glukosa dapat menyimpan energi yang akan digunakan oleh sel. Oleh karena itu, penambahan gula pada fermentasi dapat berfungsi sebagai sumber nutrisi awal bagi mikroorganisme atau bakteri untuk tumbuh dan berkembang. Gula merah juga dapat digunakan sebagai sumber nutrisi untuk aktivator dalam pembuatan pupuk organik cair. Gula merah dapat membantu meningkatkan unsur hara yang terdapat didalam fermentasi pupuk organik cair.

## 2.4 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu reaksi oksidasi reduksi di dalam sistem biologi yang menghasilkan energi, dimana sebagai donor dan aseptor elektron digunakan oleh senyawa organik. Fermentasi anaerobik ialah oksidasi senyawa-senyawa oleh kerja enzim mikroorganismenya, zat oksigen tidak terlibat di dalam proses yang membangkitkan daya. Mekanisme proses fermentasi terbagi dua macam, yaitu fermentasi secara aerobik dan anaerobik. Fermentasi secara aerobik, oksigen mutlak dibutuhkan, sedangkan pada proses fermentasi anaerobik berjalan tanpa adanya oksigen. Proses fermentasi ini dibutuhkan starter sebagai mikroba yang akan ditumbuhkan didalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi (Anwar, 2011). Fermentasi juga dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu spontan dan tidak spontan. Fermentasi spontan ini tidak menambahkan mikroorganismenya dalam bentuk starter atau ragi dalam proses pembuatannya, sedangkan fermentasi tidak spontan menambahkan starter atau ragi dalam proses pembuatannya. Mikroorganismenya tumbuh dan berkembang secara aktif dapat merubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan pada proses fermentasi (Suprihatin, 2010).

Aktivitas mikroorganismenya dipengaruhi oleh Konsentrasi gula, karena sukrosa yang terkandung didalam larutan gula merupakan substrat yang mudah dicerna dan dimanfaatkan guna untuk pertumbuhan mikroorganismenya. Pembuatan pupuk organik cair dengan proses fermentasi keberhasilannya ditandai dengan adanya lapisan putih pada permukaan, bau yang khas, dan warna yang berubah. Lapisan putih pada permukaan pupuk merupakan *actinomyces*, yaitu jenis jamur tumbuh setelah terbentuknya pupuk (Sundari dkk, 2012). Pembuatan pupuk dapat berlangsung dalam kondisi aerob maupun anaerob dan faktor yang mempengaruhi proses fermentasi ialah pH dari fermentasi.

### 2.4.1 Kandungan Unsur Nitrogen (N)

Nitrogen (N) merupakan unsur hara makro esensial yang sangat dibutuhkan oleh pertumbuhan tanaman. Unsur N ini merupakan salah satu unsur penyusun protein sebagai pembentukan jaringan dalam tubuh makhluk hidup, dan didalam tanah unsur N sangat menentukan pertumbuhan tanamannya. Perilaku unsur N di

dalam tanah sukar untuk diperkirakan, hal ini disebabkan karena transformasi N di dalam tanah sangat kompleks. Lebih dari 98% N di dalam tanah tidak tersedia untuk diambil tanaman pada saat tertentu karena terakumulasi dalam bahan organik atau terperangkap dalam mineral liat.

Pemberian nitrogen secara berlebihan akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang sangat pesat, warna menjadi hijau tua dan tanaman dibutuhkan dalam jumlah yang relatif besar. Unsur ini berpengaruh pada sintesis asam amino, protein, asam nukleat dan koenzim. Protein memiliki fungsi yang penting dalam pertumbuhan sel vegetatif tanaman yaitu sebagai katalisator dan pengatur metabolisme.

Pada sampah buah-buahan terdapat bahan organik seperti nitrogen yang dapat berfungsi merangsang pertumbuhan batang, cabang, dan daun. Nitrogen dibutuhkan untuk menyusun 1-4% bahan kering tanaman seperti batang, kulit dan biji. Nitrogen dalam bahan organik masih berbentuk protein, sedangkan nitrogen yang dapat diserap langsung oleh tanaman adalah bentuk N yang tersedia dalam bentuk nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) atau amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) atau kombinasi dengan senyawa metabolisme karbohidrat pada tanaman dalam bentuk asam amino dan protein. Kandungan nitrogen pada kulit pisang kepok yaitu 0,24% (Supriyadin, 2017). Pada kulit jeruk yaitu 0,44 % (Fitriani dkk. 2019)

#### 2.4.2 Kandungan Unsur Fosfor (P)

Fosfor (P) merupakan unsur yang sangat penting bagi kehidupan, dapat menimbulkan eutrofikasi di danau, sungai, dan perairan lain. Unsur P juga merupakan zat yang sangat penting tetapi selalu dalam keadaan kurang dalam tanah (Musnamar, 2006). Unsur P ini sangat penting sebagai sumber energi (ATP) oleh karena itu, kekurangan P dapat menghambat pertumbuhan maupun reaksi pada metabolisme tanaman. Fosfor terbagi dalam tiga bentuk yaitu  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dan  $\text{PO}_4^{3-}$ , dan umumnya dapat diserap tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) dan ion ortofosfat sekunder ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Bentuk yang paling dominan dari ketiga fosfat tersebut ialah dalam tanah bergantung pada pH tanah. Pada pH yang rendah, tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer, dan pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder akan lebih banyak diserap oleh tanaman, (Hanafiah, 2005). Ortofosfat adalah bentuk fosfat yang

dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman, sedangkan polifosfat harus terlebih dahulu mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfornya. Fosfor organik ini mengandung senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroorganismenya yang tersusun dalam asam nukleat, fosfolipid, dan fitin. Secara umum, fungsi dari fosfor (P) dalam tanaman dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Dapat Mempercepat pertumbuhan akar.
2. Dapat mempercepat serta memperkuat proses pertumbuhan pada tanaman muda menjadi tanaman dewasa
3. Dapat mempercepat proses pembungaan serta pemasakan buah, biji atau gabah
4. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

Fosfor pada tanah dapat digolongkan dalam 2 bentuk, yaitu bentuk organik dan bentuk anorganik. Fungsi P dalam tanah terhadap tanaman ialah sebagai zat pembangun dan terikat didalam senyawa-senyawa organik. Dan sebaliknya hanya sebagian kecil yang terdapat dalam bentuk anorganik sebagai ion-ion fosfat. Fungsi fosfat dalam tanaman ialah dapat mempercepat proses pertumbuhan akar semai, mempercepat proses pertumbuhan tanaman, meningkatkan produk biji-bijian dan juga dapat memperkuat tubuh tanaman padi-padian sehingga tidak mudah rebah. Bagian-bagian tubuh tanaman yang bersangkutan dengan pembiakan generatif ialah seperti daun-daun bunga, tangkai-tangkai sari, kepala-kepala sari, butir-butir tepung sari, daun buah serta bakal biji ternyata mengandung P. Jadi, unsur P ini banyak diperlukan untuk pembentukan bunga dan buah. Defisiensi unsur hara akan menimbulkan hambatan pada pertumbuhan sistem perakaran, daun, batang, seperti misalnya pada tanaman serelia (padi-padian, rumput-rumputan penghasil biji yang dapat dimakan, jewawut, gandum, jagung), daun-daunnya berwarna hijau tua/keabu-abuan, mengkilap, sering pula terdapat pigmen merah pada daun bagian bawahnya yang selanjutnya mati. Tangkai-tangkai daun kelihatan lancip-lancip. Pembentukan buah jelek, merugikan hasil biji. Pada sampah buah terdapat bahan organik, termasuk phosphor yang dapat berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar atau umbi, pembentukan bunga dan buah, serta memperkuat tegaknya batang (Kartika, Y.

2016). Kandungan fosfor pada kulit pisang kepok yaitu 0,01 % (Supriyadin, 2017). Pada kulit jeruk ialah 0,13 % (Fitriani dkk. 2019)

#### 2.4.3 Kandungan Unsur Kalium

Kalium diserap dalam bentuk  $K^+$  (terutama pada tanaman muda). Kalium ini banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein, inti-inti sel yang tidak mengandung kalium. Zat kalium mempunyai sifat mudah larut dan hanyut, selain itu juga mudah difiksasi dalam tanah. Zat Kalium yang tidak diberikan secara cukup, maka menyebabkan efisiensi N dan P akan rendah, dengan demikian maka produksi yang tinggi tidak dapat diharapkan. Adapun peranan kalium yang terdapat pada tanaman dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Pembentukan protein dan karbohidrat.
2. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit.
3. Meningkatkan kualitas biji/buah.

Defisiensi gejala yang terdapat pada daun yaitu pada awalnya tampak agak mengkerut dan kadang-kadang mengkilap, selanjutnya sejak ujung dan tepi daun tampak lebih menguning, warna seperti ini tampak pula diantara tulang-tulang daun, pada akhirnya daun tampak bercak-bercak kotor, berwarna coklat, dan jatuh kemudian akan mengering dan mati. Gejala yang terdapat pada batang ialah batangnya lemah dan pendek-pendek, sehingga menyebabkan tanaman tampak kerdil. Gejala yang tampak pada buah, misalnya buah kelapa dan jeruk yaitu buahnya banyak yang berjatuhan sebelum masak, sedangkan masak buahnya berlangsung lebih lambat. Bagi tanaman berumbi yang mengalami defisiensi K menghasilkan umbi yang sangat kurang dan kadar hidrat arangnya demikian rendah. Unsur Kalium (K) juga dapat berperan dalam mengatur peralihan dari masa vegetatif ke masa generatif, sehingga bunga dan bakal buah tidak akan gugur, serta warna buah merata. Kandungan kalium pada kulit pisang kepok yaitu 4,1 % (Supriyadin, 2017) dan pada kulit jeruk ialah 0,51 % (Fitriani dkk. 2019).

#### 2.5 Nilai pH

Konsentrasi ion-hidrogen merupakan kualitas parameter yang sangat penting di dalam limbah cair. Konsentrasi pH diartikan sebagai eksistensi dari kehidupan mikroba yang ada di dalam limbah cair (biasanya pH diantara 6 – 9).

Limbah cair memiliki konsentrasi pH yang sulit diatur dikarenakan adanya proses pengasaman pada limbah cair tersebut. pH sendiri mempunyai arti yang sangat penting di dalam pengolahan limbah cair karena dari pH kita dapat mengetahui kondisi perkembangan mikroba yang ada di dalam limbah cair (Zahara, 2014). Tingkat pH dapat memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim di dalam mikroorganisme, dimana setiap enzim hanya dapat aktif pada rentang pH tertentu dan mempunyai aktivitas maksimum pada pH yang optimal. Setiap kelompok mikroorganisme memiliki perbedaan rentang pH optimal. *Methanogenic archaea* dapat berfungsi dalam batas interval dari 5,5-8,5 dengan range optimalnya 6,5-8,0. Bakteri fermentatif juga dapat berfungsi pada rentang yang luas dari 8,5 jadi menurun hingga pH 4 (Zahara, 2014).

## **2.6 Pupuk Organik**

Pupuk organik merupakan bahan yang berasal dari sisa-sisa tanaman dan hewan, seperti pupuk kandang, kompos, pupuk hijau, jerami serta bahan lain yang dapat berperan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik mengandung unsur elemen karbon dan nitrogen dalam jumlah yang amat bervariasi, dan imbangannya unsur hal demikian sangat penting dalam mempertahankan atau memperbaiki kesuburan tanah. Pada umumnya pupuk organik ini sendiri mengandung unsur hara makro N, P, K rendah tetapi mengandung unsur hara mikro dalam jumlah cukup yang sangat diperlukan oleh proses pertumbuhan tanaman. Sebagai bahan pembenah tanah, pupuk organik dapat mencegah terjadinya erosi, pergerakan permukaan tanah (Crusting) dan retakan tanah, mempertahankan kelengasan tanah serta memperbaiki pengaliran air (internal drainase).

Pupuk organik bukanlah untuk menggantikan peranan pupuk kimia melainkan hanya sebagai pelengkap fungsi pupuk kimia saja. Pupuk organik dan pupuk kimia akan lebih optimal dan lebih efisien apabila penggunaannya dimanfaatkan secara bersama-sama. Penambahan pupuk organik dapat mengurangi dampak negatif dari pupuk kimia serta memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanahnya secara bersamaan (wahyono, 2011).

## 2.7 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah pupuk organik dalam bentuk cair dan pada umumnya pupuk organik cair merupakan bahan organik yang dilarutkan dengan pelarut seperti air. Berdasarkan PERMENTAN No: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang “Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah” persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair\*

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C - Organik	% (w/v)	Minimum 10
2	Unsur Hara Makro (N,P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , dan K <sub>2</sub> O)	% (w/v)	2-6
3	N – Organik	% (w/v)	Minimum 0.5
4	Hara Mikro**		
	Fe total	ppm	90 - 900
	Mn total	ppm	25 - 500
	Cu total	ppm	25 - 500
	Zn total	ppm	25 - 500
	B total	ppm	12 - 250
	Mo total	ppm	2 - 10
5	pH	-	4 - 9
6	<i>E.coli</i>	cfu/ml	< 1 x 10 <sup>2</sup>
		atau	
		MoN/ml	
	<i>Salmonella sp</i>	cfu/ml	< 1 x 10 <sup>2</sup>
		atau	
		MoN/ml	
7	Logam berat		
	As	ppm	maksimum 5,2
	Hg	ppm	maksimum 0,2
	Pb	ppm	maksimum 5,0
	Cd	ppm	maksimum 1,0
	Cr	ppm	maksimum 40
	Ni	ppm	maksimum 10
8	Unsur/Senyawa lain***		
	Na	ppm	maksimum 2.000
	Cl	ppm	maksimum 2.000

Sumber : Permentan No: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

Keterangan :

\*) Dalam prosesnya tidak boleh menambahkan bahan kimia sintesis.

\*\*\*) Minimum 3 (tiga) unsur.

\*\*\*\*) Khusus untuk pupuk organik hasil ekstraksi rumput laut dan produk lautlainnya

Tabel 2.2 merupakan Standar kualitas unsur hara pupuk organik berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/ OT.140/ 2/2009. Standar mutu pupuk organik cair menentukan standar kualitas yang terdapat pada pupuk organik cair agar diketahui lebih atau kurangnya unsur hara yang terdapat didalam pupuk organik cair. Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasar-pasaran. Pupuk organik cair lebih mudah terserap oleh tanaman disebabkan karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai. Tanaman yang menyerap hara terutama melalui akar namun daun juga memiliki kemampuan menyerap hara, oleh karena itu pupuk cair dapat disemprotkan pada daun. Menurut Yulianti (2009), keuntungan dari penggunaan pupuk organik cair ini sendiri, kita dapat melakukan tiga macam proses dalam sekali pekerjaan, yaitu memupuk tanaman, menyiram tanaman, dan mengobati tanaman tersebut.

Penggunaan pupuk cair banyak sekali digunakan berdasarkan pada alasan ekonomisnya dan karena kemudahan dalam penggunaannya. Kebanyakan dari pupuk organik memiliki kandungan nutrisi yang rendah jika dibandingkan dengan pupuk anorganik (terutama unsur N, P dan K) tetapi mempunyai efek yang begitu menguntungkan bagi tanah diantaranya dapat memperbaiki kondisi tanah hingga tanah dapat menahan air lebih banyak dan dapat menggemburkan tanah. Zat-zat unsur hara di dalam pupuk cair tersedia bagi tanaman, sebagian langsung dapat diserap, sebagian lagi dengan cepat dapat diurai sehingga cepat juga dapat diserapnya.

## **2.8 Fase-fase Pertumbuhan Mikroorganisme**

### **1. Fase Lag/Adaptasi**

Mikroorganisme yang ditempatkan dalam suatu medium mula-mula akan mengalami penyesuaian dengan lingkungan sekitar. Lamanya fase adaptasi dapat dipengaruhi oleh medium, lingkungan pertumbuhan, dan jumlah inokulan. Jika kondisi lingkungan dan jumlah nutrient yang berbeda dari sebelumnya maka diperlukan waktu yang lebih untuk penyesuaian. Jumlah awal sel yang semakin tinggi akan mempercepat pula fase adaptasi.

## 2. Fase Log/Pertumbuhan Eksponensial

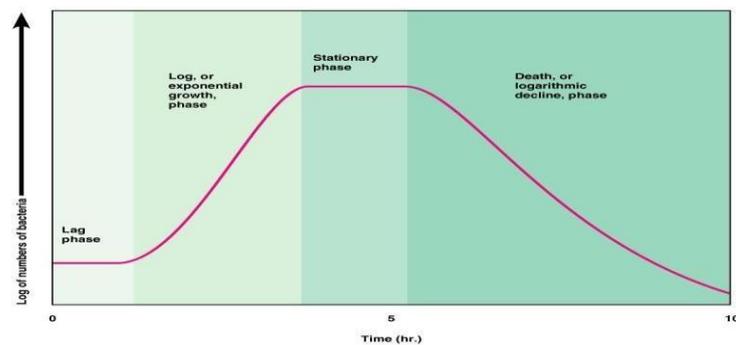
Pada fase ini mikroorganisme membelah dengan cepat dan konstan, kecepatan pertumbuhan dipengaruhi oleh medium, pH dan kandungan nutrient serta kondisi lingkungan termasuk suhu dan kelembaban udara. Pada fase ini mikroba membutuhkan energi lebih banyak dari pada fase lainnya, dan kultur akan semakin sensitif terhadap lingkungan.

## 3. Fase Stationer

Pada fase ini jumlah populasi sel tetap dikarenakan jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Ukuran sel yang terdapat pada fase ini menjadi lebih kecil sebab sel tetap membelah meskipun zat-zat nutrisi sudah habis. Pada fase ini sel-sel tersebut lebih tahan terhadap keadaan ekstrim seperti panas, dingin, radiasi, dan bahan-bahan kimia.

## 4. Fase Kematian

Pada fase ini sebagian populasi mikroba mulai mengalami kematian yang disebabkan oleh nutrisi dalam medium sudah habis, serta energi cadangan di dalam sel habis. Kecepatan kematian tergantung pada kondisi nutrisi, lingkungan, dan jenis mikroba (Hamdiyati, 2011). Laju pertumbuhan Mikroorganisme dapat dilihat pada gambar 2.2 :



Gambar 2.2 Laju pertumbuhan Mikroorganisme (Hamdiyati, 2011)